

速度・状態依存摩擦則に基づく slow thrust slip の 3 次元シミュレーションにむけて (その 2) 断層の長さの影響

Toward an simulation for slow thrust slip based on rate and state dependent friction law (part 2) - effect of fault length -

廣瀬 仁[1], 平原 和朗[1]

Hitoshi Hirose[1], Kazuro Hirahara[1]

[1] 名大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.

<http://www.eps.nagoya-u.ac.jp/epp/index.html>

GEONET で観測された slow thrust slip は観測例の少ない準静的すべりの貴重な記録である。このイベントの起こる物理的条件を知ることは地震発生の物理を理解するためにも重要である。我々は速度・状態依存摩擦構成則に基づいた 3 次元シミュレーションでこのイベントを再現することを目的として研究を進めている。2 次元モデルである Kato and Hirasawa (1997) と比較して、走向方向に有限の長さをもつことがすべりの挙動に大きく影響することを示す。

国土地理院の全国 GPS 観測網 GEONET によって 1 年間にもわたって続く slow thrust slip が豊後水道域で観測された [Hirose et al., 1999]。この地表変位の時系列データは非常にゆっくりとした立ち上がりが特徴的である。これは震源域での準静的なすべりが徐々に加速されたことを示している。このイベントの震源関数を求めた最近の研究でも、すべりがゆっくりと加速されていく様子が明らかになってきた [宮崎, 2000]。その震源関数は継続時間が約 1 年と非常に長い点を除けば、地震波形の解析から得られる通常の地震の震源関数とよく類似している。この観点からは 1997 年豊後水道 slow thrust slip も「地震」現象のエンドメンバーの一つと考えられる。一方、準静的なすべりが徐々に加速しつつ進行するという特徴は、地震の震源核形成過程と対応している。つまり「最終破壊前に減速してしまった死んだ震源核」[川崎, 2000] と見ることにもできる。いずれの観点からも、観測例の少ない準静的なすべりの貴重な記録である slow thrust slip を調べることは、地震発生の物理を理解する上で大変重要である。

そこで我々は速度・状態依存摩擦則に基づいたシミュレーションでこのイベントを再現し、それによって slow slip が起きる摩擦物性の条件を制約することを目的として研究を進めている。2 次元の場合については Kato and Hirasawa による一連の研究がある。しかし slow slip の起こった豊後水道域は M 8 クラスの巨大地震が発生する四国沖と、より小さい地震が比較的頻繁に起こる日向灘域との間に位置し、プレート間カップリングの急変域となっている。このような横方向の摩擦特性の違いを反映させるためには 3 次元モデルでのシミュレーションが不可欠である。

3 次元シミュレーションの 1st step として、2 次元モデルの Kato and Hirasawa (1997) との比較を試みる。3 次元の場合でも彼らと同様なモデルセッティングで同じ結果が再現されるかどうか検討した。2 次元モデルと比較して 3 次元モデルが最も異なる点は走向方向に有限な長さの領域を設定していることである。このため、走向方向に設定する長さによって計算結果が異なることが考えられる。そこで今回は主としてこの走向方向の長さを変えたときにすべりの挙動がどのように変わってくるかを比較検討した。

シミュレーションには Kato and Hirasawa (1997) の方法を 3 次元に拡張して用いた。低角で沈み込むプレート境界面でのすべりの挙動をシミュレートするため、20 度の角度で沈み込む、走向方向の長さ 100 km (case 1)・1000 km (case 2)、傾斜方向 200 km の領域を設定した。この領域をセルサイズ 5 km×5 km で離散化した。すべりの挙動を規定する速度・状態依存摩擦構成則として slowness version を用いた。すべり速度が 0.1 mm/s 以上では定常状態の摩擦力が速度に依らない速度カットオフを適用した。深さ 70 km 以深とモデル領域の外側に定常すべり速度 10 cm/yr を与え、剪断応力の傾斜方向の準静的なつりあいを解く。各セルのすべりによる応力の計算には Okada (1992) の方法を用いた。また、地震波放射に伴うエネルギー散逸も考慮した。

走向方向に 100 km の領域を設定した場合は、横方向の領域全体にすべりが広がるイベントが周期的に発生した。この結果は Kato and Hirasawa (1997) 等と調和的である。しかしながらその周期は 27 年とかなり短い。また 1 イベントでの coseismic なすべり量も 3 m と小さくなった。一般に断層面上のある面積を考えた場合、その部分がすべることによって面上のその部分のまわりの媒質中の剪断応力は低下するが、面上のその他の部分の剪断応力は増大する。すなわちすべり量が同じであれば、まわりのすべる面積が広いほど、ある部分の応力降下は小さくなる。逆にローカルな応力降下量が同じとき、すべる面積が小さいほどすべり量は小さくなる。Kato and Hirasawa (1997) では走向方向の長さが無限に長いという仮定に相当するが、このケースでは有限の長さであるの

で、すべる面積がより小さくなることに相当し、すべり量がより小さくなると考えられる。

走向方向の領域長さが 1000 km の場合は、上の考え方を支持する、よりすべり量の大きいイベントが発生する。しかしながら、領域の走向方向の中ほどで発生したイベントは両端まですべりが伝播しない。結果的に中央以外の位置でもすべりが始まる。このため同じ規模のイベントが周期的に起こるといふるまいは示さず、複雑な様相を呈する。実際の南海トラフで発生する大地震は毎回ほぼ同じセグメントがすべっていると考えられているが、このように固有地震的な振る舞いは摩擦物性や面形状の横方向の違いが影響していると示唆される。